

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-215166

(43)Date of publication of application : 28.08.1990

(51)Int.Cl.

H01L 29/84

(21)Application number : 01-035839

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC

(22)Date of filing : 15.02.1989

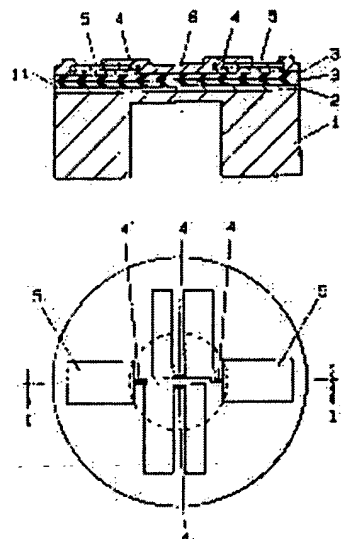
(72)Inventor : MIZUNO NAOHITO
NISHIDA MINORU
HATTORI TADASHI
ONODA MASATOSHI
KANAMORI KATSUHIKO

(54) PRESSURE DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a pressure detector excellent in characteristics in a simple process by a method wherein a thin film layer of metal, metal compound, or semiconductor whose thermal expansion coefficient is smaller than that of a pressure sensing metal diaphragm is formed on the diaphragm of a pressure detector, a strain gauge formed of an insulating film whose thermal expansion coefficient is smaller than the said thin film and polycrystalline silicon is laminated thereon.

CONSTITUTION: A metal thin film 2 of metal or metal compound whose thermal expansion coefficient (b) is smaller than the thermal expansion coefficient (a) ($a > b$) of a metal diaphragm 1 of a pressure detector is formed through evaporation on a diaphragm face 11 of the diaphragm 1. The thin film 2 functions so as to lessen the thermal stress induced by a thermal coefficient difference between the diaphragm 1 and insulating layers 31 and 32 to improve adhesion between the diaphragm 1 and the layers 31 and 32. The insulating layers 31 and 32 are successively formed on thin film 2 in order of thermal expansion coefficient (c) so as to satisfy a formula, $b > 81c > 82c$, where 31c and 32c denote the thermal expansion coefficients of the layers 31 and 32 respectively. Then, a polycrystalline silicon strain gauge 4 is formed on the insulating film 32 through an evaporation or a plasma CVD technique, and thus an pressure detector excellent in characteristics can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-215166

⑬ Int. Cl.⁵

H 01 L 29/84

識別記号

A

庁内整理番号

7733-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)8月28日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 圧力検出器

⑯ 特 願 平1-35839

⑰ 出 願 平1(1989)2月15日

⑱ 発 明 者 水 野 直 仁 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

⑲ 発 明 者 西 田 実 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

⑳ 発 明 者 服 部 正 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

㉒ 代 理 人 弁理士 伊藤 求馬
最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

圧力検出器

2. 特許請求の範囲

受圧用金属ダイヤフラムのダイヤフラム面に、上記金属ダイヤフラムより熱膨張係数が小さな金属または金属化合物の薄膜、あるいは半導体薄膜を少なくとも一層形成し、該薄膜上に、これより熱膨張係数の小さな一層以上の絶縁膜と、多結晶シリコンよりなる歪ゲージとを順次積層形成してなる圧力検出器。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は油、気体等の流体の圧力を検出する圧力検出器に関し、特に高圧流体の圧力を検出するのに適した圧力検出器に関する。

〔従来の技術〕

この種の圧力検出器としては、測定圧に応じて歪変形する受圧ダイヤフラムを有し、該ダイヤフラムの歪量を歪ゲージで検出する構成のものが多

用されている。

特に高圧流体の圧力を検出するには、受圧ダイヤフラムに耐圧性のある金属ダイヤフラムを使用するのがよく、例えば特公昭58-5372号公報には金属ダイヤフラムに金属歪ゲージを接合して測定部を構成した圧力検出器が開示されている。しかしながら、金属歪ゲージは出力感度が低いという難点があり、多段増幅やこれに伴うノイズ除去等の必要から測定回路が複雑になる。

一方、金属歪ゲージに比し高い出力感度が得られるものとして、多結晶シリコンよりなる歪ゲージが知られ、金属ダイヤフラム上に絶縁膜(例えば酸化シリコン膜)を介して多結晶シリコンゲージを形成した圧力検出器が提案されている(例えば特開昭61-70716号公報)。

上記従来の圧力検出器においては、プラズマCVD(化学気相蒸着)法を用いて、450~650℃の温度条件で成膜した多結晶シリコン膜を歪ゲージとして使用しているが、このような低温条件では多結晶シリコンの結晶成長が不十分でゲ-

ジ率が小さく、抵抗値のバラツキも大きい。

ゲージ特性の優れた多結晶シリコン歪ゲージを得るには、通常1000℃以上の高温で熱処理することが望ましい。しかしながら、上記従来の構造では、熱処理の際に金属ダイヤフラムが劣化してしまうおそれがあり、多結晶シリコンゲージの形成プロセスが低温プロセスに限られているのが現状であった。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明者等は、金属ダイヤフラムを劣化させずに熱処理する方法として、シリコン膜をハロゲンランプ等を用いて急速加熱処理し、処理時間を短縮することにより金属ダイヤフラムの劣化を防止することを検討した。

しかしながら、絶縁膜を構成する酸化シリコンの熱膨張係数は約 0.5×10^{-6} (／℃)と小さいため、急速な加熱、冷却によって金属ダイヤフラムと酸化シリコン膜との熱膨張係数差により大きな熱応力が発生し、酸化シリコン膜にクラックが発生したり、甚だしい場合には剥離するという

問題があった。

しかして本発明の目的は、熱処理時に発生する熱応力を低減し、絶縁膜にクラックが発生したり剥離したりすることを防止し、かつゲージ率が高く、抵抗値のバラツキの小さな圧力検出器を得ることにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の構成を第1図で説明すると、圧力検出器は、受圧用金属ダイヤフラム1のダイヤフラム面11に、上記金属ダイヤフラム1より熱膨張係数が小さな金属または金属化合物の薄膜2、あるいは半導体薄膜を少なくとも一層形成し、該薄膜2より熱膨張係数の小さな一層以上の絶縁膜3と、多結晶シリコンよりなる歪ゲージ4とを順次積層形成してなる。

〔作用〕

上記構造の圧力検出器においては、金属ダイヤフラム1と絶縁膜3の間に、金属ダイヤフラム1より熱膨張係数が小さく、かつ絶縁膜3より熱膨張係数が大きい金属または金属化合物の薄膜2、

あるいは半導体薄膜を設けたので、これが金属ダイヤフラム1と絶縁膜3の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和するように作用し、急速加熱処理時に、絶縁膜3にクラックが発生することを防止する。また、金属ダイヤフラム1と絶縁膜3との密着性を向上させ、剥離を防止する。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図および第2図は本発明の圧力検出器の全体断面図および平面図であり、中央部を薄肉の受圧部とした円板形状の金属ダイヤフラム1上には、金属薄膜2、絶縁膜31、32、多結晶シリコン歪ゲージ4、電極5、保護膜6が順次積層形成してある。

この圧力検出器の製造工程を第3図の工程(a)～(j)に基づいて説明する。

まず工程(a)において、金属ダイヤフラム1のダイヤフラム面11上に、熱膨張係数bが、ダイヤフラム1の熱膨張係数aより小さな($a > b$)

金属またはこれら金属の化合物よりなる薄膜2(以下、金属薄膜という)を蒸着、CVD法、スパッタ法等により形成する。金属薄膜2はダイヤフラム1と絶縁膜31、32の熱膨張係数差によって発生する熱応力を低減する役割を果たすとともにこれらの間の密着性を向上する。

金属ダイヤフラム1としては、例えば、Fe-Cr-Ni-Cu系合金(熱膨張係数 $10.8 \sim 11.7 \times 10^{-6}$ ／℃)、Fe-Ni-Co系合金(熱膨張係数 $4.5 \sim 5.0 \times 10^{-6}$ ／℃)、Ni合金(熱膨張係数 $4.5 \sim 5.0 \times 10^{-6}$ ／℃)等が使用される。また、金属薄膜2の構成材料としては、例えば第1表に示す高融点金属またはこれら金属の炭化物、窒化物、ケイ化物等が好適に使用され、熱膨張係数bがダイヤフラム1の熱膨張係数aより小さくなるように適宜選択される。耐熱性および密着性の点からは、金属の炭化物、窒化物、ケイ化物を使用するのがより好ましい。

以下余白

第 1 表

金属または 金属化合物	測定温度 (℃)	熱膨張係数b ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
Cr	20~700	6.6~9.4
Ta	20~1000	6.5~6.6
Ti	20~800	8.8~9.9
Zr	20~700	5.0~6.5
Mo	20~1000	5.2~5.75
W	20~1000	4.5~4.6
Cr ₃ C ₂	20~1100	9.4
CrN	20~1040	2.3~7.4
Cr ₂ N	20~1100	9.41
TaC	25~1000	7.09
TiC	25~1000	7.95
TiN	25~1100	9.35
ZrC	25~1000	7.01
ZrN	25~1100	7.24
Mo ₂ C	20~1000	7.8
Mo ₂ N	20~1100	6.2
WC	20~1000	3.90
MoSi ₂	20~1070	8.25
WSi ₂	20~1070	6.25~7.90

(SiH_4 、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 等)中に不純物ガス(B_2H_6 、 PH_3 等)を混入させる方法が採用できる。また、ノンドーパのシリコン膜を成膜した後、イオン注入法等により不純物を添加することもできる。

ここで成膜されたシリコン膜41は、アモルファスシリコン、多結晶シリコンあるいは微結晶シリコンよりなり、工程(d)では、このシリコン膜41をハロゲンランプ等によって急速加熱(ランプアニール)して多結晶化するとともに不純物の活性化を行う。この時、ランプアニールの条件は、最高温度を1000℃以上、好ましくは1000~1400℃とし、金属ダイヤフラム1が熱によるダメージを受けないように最高温度、時間を設定する(例えば1200℃、10秒)。

なお、生成する多結晶シリコンの粒径は、工程(c)で添加する不純物の種類によっても変化し、本発明者等の実験によれば不純物としてリンを添加した場合に多結晶シリコンの大粒径化が容易であり、ゲージ特性の向上に有効である。

次に工程(b)において、金属薄膜2上に絶縁膜31、32を、蒸着、CVD法、スパッタ法、SOG法、厚膜印刷法、プラズマ溶射法等により形成する。絶縁膜31、32は、例えば、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、酸化シリコン、BSG、PSG、BPSG、ホウケイ酸ガラス等よりなり、これらを金属薄膜2上に熱膨張係数cの大きな順に形成する($b > c_{31} > c_{32}$)。本実施例では絶縁膜を二層構造としたが、三層以上積層形成してもよく、この場合にも、熱膨張係数の大きな順に形成する。絶縁膜を一層としてももちろんよい。

上方の絶縁膜32上には、工程(c)において、蒸着、プラズマCVD法、常圧CVD法、減圧CVD法、スパッタ法等によりシリコン膜41を形成する。

シリコン膜41を半導体歪ゲージとして使用するには不純物(ドナーまたはアクセプター)の添加が必要であり、その添加方法としては、例えばCVD法を用いた場合には、成膜時に原料ガス

工程(e)においては、工程(d)で多結晶化したシリコン膜41を微細加工してゲージ形状とし、多結晶シリコンゲージ4を形成する。次いで工程(f)で蒸着、スパッタ法等により電極用金属薄膜51を成膜し、これを工程(g)で微細加工して電極5とする。さらに工程(h)において、電極5の熱処理(約450℃)を行う。

次に工程(i)において蒸着、スパッタ法、プラズマCVD法等により保護膜6を成膜し、これを工程(j)で微細加工して完成品とする。

上記構造においては、金属ダイヤフラム1のダイヤフラム面11と絶縁膜31、32との間に設けた金属薄膜2が、ランプアニール時に発生する熱応力を低減し、絶縁膜31、32にクラックが発生するのを防止する。また、金属薄膜2は金属ダイヤフラム1との密着性に優れ、耐熱性も高い。

さらに、ランプアニールによる急速加熱処理が可能であるので、得られる多結晶シリコンゲージ4の特性を著しく向上させることができる。この効果を第4図、第5図で説明する。第4図は従来

の方法に基づき、減圧CVD法にて600℃で成膜した多結晶シリコン膜の表面を観察したTEM(透過型電子顕微鏡)写真であり、低温成長であるため結晶成長はほとんど見られず、ゲージ率も小さな値(約15)を示した。

これに対し、第5図はリンを0.6%添加したシリコン膜を、最高温度1200℃、保持時間10秒間でランパアニール処理した多結晶シリコン膜の表面を観察したTEM写真であり、ランパアニール処理により結晶粒径は約1000~1500Åに成長している。また、ゲージ率も約30の値を示し、半導体歪ゲージとして十分な性能が得られた。

第5図には本発明の第2実施例の製造工程を示す。本実施例では、金属ダイヤフラム1と絶縁膜3との間に、上記第1実施例の金属薄膜2に代えて、ノンドープシリコン膜7を形成してある。

まず、工程(a)において、金属ダイヤフラム1上に、減圧CVD法、常圧CVD法、プラズマCVD法、蒸着、スパッタ法等によって、ノンド

ープシリコン膜7を形成する(熱膨張係数約 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)。一般にシリコンは金属との反応性に富み、容易にケイ化物を形成するので、金属との密着性をさらに向上させることができる。

次に、工程(b)において、酸素を含む雰囲気中で、ランパアニールを用いて1000~1200℃に急速加熱してノンドープシリコン膜7表面に酸化膜を形成し、絶縁膜たる酸化シリコン膜71とする。

工程(c)以降は上記第1実施例と同様である。

本実施例においても、上記第1実施例と同様の効果が得られ、金属ダイヤフラム1と絶縁膜である酸化シリコン膜71との間に設けたノンドープシリコン膜7により、ランパアニール時の熱応力を低減することができ、酸化シリコン膜71の破壊を防止することができる。また、シリコンは金属との密着性に優れるので、ランパアニール時に剥離することはない。さらに酸化シリコン膜71はノンドープシリコン膜7表面を熱酸化して形成された膜であるため、ノンドープシリコン膜7と

の結合が強固であり、製造工程も簡単である。

[発明の効果]

以上説明したように、本発明の圧力検出器は、耐圧性に優れた金属ダイヤフラムと絶縁膜の間に、熱膨張係数が金属ダイヤフラムより小さく、絶縁膜より大きい金属または金属化合物の薄膜、あるいは半導体薄膜を形成した構成としたので、熱処理時に発生する熱応力が低減でき、絶縁膜にクラックが発生したり剥離したりすることがない。従って、多結晶シリコン歪ゲージの形成に際し、ランパ等による急速加熱処理を行うことが可能であるので、ゲージ率が大きく、かつ抵抗値のバラツキの小さい、優れた特性を有する圧力検出器を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

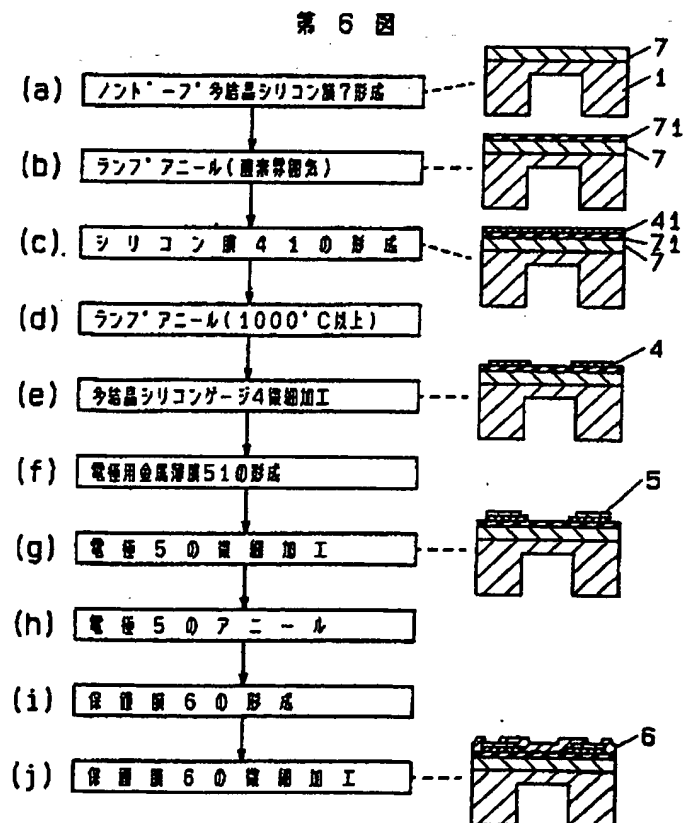
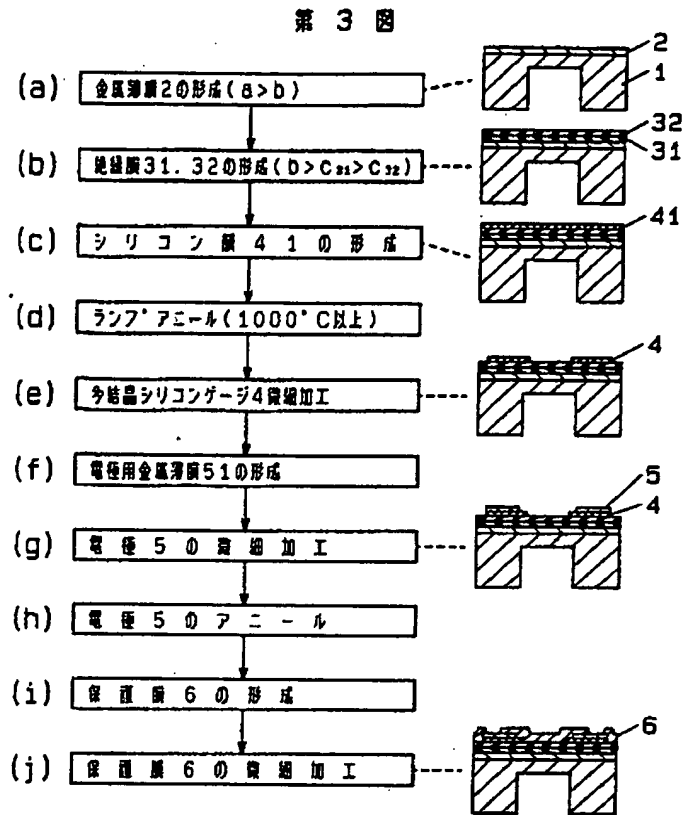
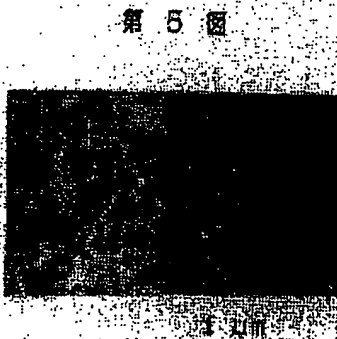
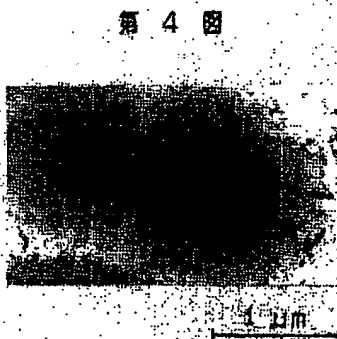
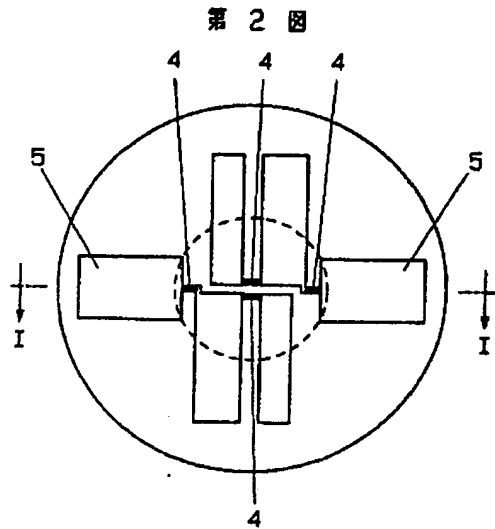
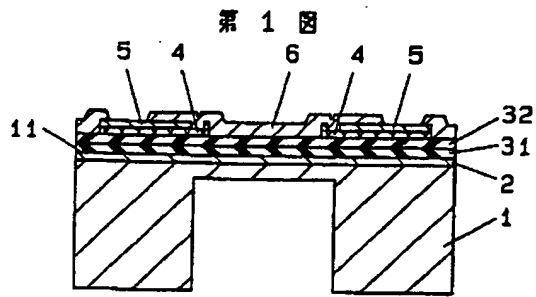
第1図~第3図は本発明の一実施例を示し、第1図は圧力検出器の全体断面図で第2図のI-I線断面図、第2図は圧力検出器の平面図、第3図はその製造工程を示す図であり、第4図は従来の圧力検出器の多結晶シリコン膜表面の結晶構造を

示す電子顕微鏡写真、第5図は本発明実施例における多結晶シリコン膜表面の結晶構造を示す電子顕微鏡写真、第6図は本発明の第2の実施例を示す圧力検出器の全体断面図である。

- 1……金属ダイヤフラム
- 2……金属薄膜
- 31、32……絶縁膜
- 4……多結晶シリコン歪ゲージ

代理人 弁理士 伊 藤 求 馬





第1頁の続き

⑫発明者 小野田 真稔

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部
品総合研究所内

⑫発明者 金森 勝彦

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部
品総合研究所内